

5.1.3.5. Сварка искусственных кож

Искусственные кожи (ИК) получают нанесением полимерного материала на тканую основу из натуральных или синтетических волокон. Для изделий, не подвергающихся в процессе эксплуатации растягивающим нагрузкам, используются ИК без основы - пленочные материалы, имеющие низкий предел прочности при растяжении и очень высокое удлинение. При повышенных требованиях к прочности изделия используются ИК с основой из натуральных и синтетических тканей различных переплетений (полотняного, атласного, саржевого) и нетканых материалов.

Из всего ассортимента выпускаемых в настоящее время ИК 70% составляют кожи с поливинилхлоридным (ПВХ) покрытием. ПВХ-покрытие является многокомпонентной системой, включающей добавки стабилизаторов, пластификаторов, наполнителей, модификаторов и других компонентов, введение которых позволяет значительно изменить свойства полимера. Так, в зависимости от вида и количества пластификаторов температура текучести ПВХ-покрытия находится в интервале от 370 до 440° К.

Ультразвуковая сварка выгодно отличается от других способов сварки ИК тем, что позволяет получить качественное сварное соединение даже тогда, когда в контакте находятся нетермопластичная основа и термопластичное покрытие. Ультразвуковой сваркой можно успешно сваривать ИК через нетермопластичные листовые или пленочные подложки из материала, совместимого с материалом покрытия ИК, а также при наличии промежуточного слоя, например из пенополиуретана (ППУ), между слоями ИК или ИК и подложкой. Это обусловлено тем, что при ультразвуковом воздействии на ИК термопластичные покрытия, переходя в вязкотекучее состояние, могут проникать (фильтроваться) через поры основы. В момент, когда фронты проникающих материалов встречаются, начинается объемное развитие взаимодействия, приводящее к образованию сварного соединения.

При изготовлении элементов отделки салонов транспортных средств и интерьеров возникает необходимость соединять ИК с ПВХ-подложкой через промежуточный слой ППУ. В этом случае моменту окончания фильтрации материала ПВХ-покрытия через пористую основу и образованию физического контакта расплава покрытия с ПВХ-подложкой предшествует переход ППУ в вязкотекучее состояние и удаление его из зоны сварки.

На прочность сварных соединений ИК и стабильность механических свойств большое влияние оказывает схема управления процессом сварки. Лучшие результаты достигаются при сварке с ограничением толщины шва в пределах 0,7-0,9 от суммарной толщины покрытий или покрытия и ПВХ-подложки. При испытаниях сварных соединений на расслаивание разрушение происходит путем отслаивания покрытия от основы.

5.1.3.6. Сварка полимерных пленок

Для соединения изделий из полимерных пленок протяженными швами используют непрерывную сварку, обеспечивающую получение протяженных непрерывных швов за счет относительного перемещений волновода и свариваемого изделия. По степени механизации непрерывная сварка делится на ручную и механизированную.

При ручной сварке для получения непрерывных швов любой протяженности оператор вручную перемещает сварочную головку, а изделие остается неподвижным. Для этого разработан способ непрерывной сварки скользящим инструментом [4, 10, 16, 18].

Механизированная непрерывная сварка осуществляется путем протягивания материала между колеблющимся торцом волновода и опорой или путем перемещения материала, с помощью вращающегося ролика, применяемого в качестве опоры (сварка на вращающемся ролике).

На процесс сварки пленок скользящим инструментом наибольшее влияние оказывает амплитуда смещения волновода-инструмента, которую выбирают в зависимости от толщины свариваемого материала в пределах от 20 мкм (при толщине пленок 12 + 12 мкм) до 30 мкм (при толщине пленок 40 + 40 мкм). При большой амплитуде происходит утонение в зоне шва, и в силу этого прочность соединений понижается. В случае же малой амплитуды вводимой ультразвуковой энергии недостаточно для образования прочного сварного соединения.

Меньшее влияние на прочность соединений оказывает изменение силы прижима инструмента к материалу. Установлено, что максимальная прочность соединений пленок достигается при силе прижима от 4 до 15 Н. Поэтому масса сварочных головок регламентируется в соответствии с необходимой силой прижима.

Прочность соединений резко падает при перемещении инструмента по материалу со скоростью более $3,3 \cdot 10^{-2}$ м/с. В то же время уменьшение скорости не оказывает существенного влияния на прочность соединений. Установлено, что оптимальная скорость сварки составляет $(2,5 \div 3,3) \cdot 10^{-2}$ м/с.

Сварка полимерных пленок скользящим инструментом обеспечивается лишь при определенных условиях. Так, сварное соединение удастся получить лишь при клинообразной заточке рабочей части инструмента. Наиболее эффективной формой следует считать заточку под клин с углом в 35°, имеющий на конце закругление радиусом 1 мм. В процессе работы инструмент срабатывается, теряет первоначальную форму, и прочность соединений уменьшается. Поэтому рекомендуется периодически проверять рабочую часть инструмента. Инструмент следует изготавливать из алюминиевых и титановых сплавов. Эти

материалы имеют малые механические потери, и изготовленный из них инструмент при работе почти не нагревается и не повреждает свариваемую пленку. Максимальную прочность соединений можно получить, применяя инструмент из Д16, однако этот материал имеет малую износостойкость.

Кроме перечисленных условий прочность соединений зависит от подложки, на которую укладывается материал при сварке. Степень этого влияния определяется чистотой обработки поверхности и твердостью материала, используемого в качестве подложки. Влияние этого фактора исследовано при сварке пленки полиэтилентерефталата толщиной 40 мкм. В результате установлено, что более высокие прочностные показатели могут быть получены на стальной подложке с шлифованной поверхностью:

Материал подложки	Прочность сварного соединения*	Толщина шва, мкм	Место разрушения
Сталь	68	79-78	В околошовной зоне
Стекло	43	63-50	По шву

*В % от прочности основного материала, равной 220 МПа.

Наличие теплоотвода в волновод и опору обуславливает значительные трудности при сварке тонких пленок. Улучшение свариваемости тонких пленок достигается за счет увеличения общей толщины свариваемого материала. Для этого используются прокладки, изготовленные как из свариваемого материала, так и из другого материала, имеющего температуру текучести выше, чем у свариваемых пленок. Прокладку располагают либо между инструментом и пленкой (верхнее положение), либо между пленкой и опорой (нижнее положение).

Ниже приведены значения прочности сварных соединений (в Н/м) полиэтилентерефталатной пленки толщиной 5+5 мкм (прочностью 522 Н/м), полученных с применением прокладок из различных материалов толщиной δ:

Целлофан (δ = 50 мкм)	180-200
Бумага (δ = 65-70 мкм)	250-340
Пленка ПЭТФ (δ = 12 мкм)	242-325

Ультразвуковой сваркой могут соединяться лавсановые пленки, имеющие металлизированное покрытие (МРТУ-6-05-1065-68). Ниже приведены режимы сварки таких пленок толщиной 5 мкм и их прочностные показатели при сдвиге:

	ПЭТФ	ПЭТФ-ПА
Режим сварки:		
амплитуда колебаний инструмента, мкм	15-20	20-25
скорость сварки, м/с	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
Прочность сварных соединений при сдвиге*	<u>165-386</u>	<u>205-455</u>
	55	55

*В числителе - прочность в Н/м, в знаменателе - в % от основного материала.

Основной особенностью сварки на вращающемся ролике является деформация материала под рабочим торцом волновода, обусловленная термоползучестью и выдавливанием пластицированного материала из зоны сварки. При поддержании заданных давления и условий зафиксировано явление, названное автостабилизацией толщины шва. В этом случае толщина шва остается постоянной и практически не зависит от исходной толщины свариваемых пленок.

Явление автостабилизации толщины шва объясняется следующим образом. В процессе термоползучести и вытеснения пластицированного материала происходит приближение холодного рабочего торца волновода к зоне максимального тепловыделения. Это вызывает увеличение теплоотвода из зоны сварки. При некотором определенном значении остаточной толщины шва устанавливается динамическое равновесие между тепловыделением и теплоотводом или даже количество отводимого тепла превалирует над количеством тепла, выделяющегося вследствие гистерезисных потерь. В результате температура в зоне сварки становится ниже температуры вязкотекучего состояния, и дальнейшее утонение шва прекращается.

С технологической точки зрения весьма важным является то, что в случае сварки с автостабилизацией толщины шва нестабильность режима сварки (в частности, непостоянство скорости сварки и толщины свариваемых пленок) не оказывает существенного влияния на прочность сварного соединения, обеспечивая ее высокие значения.

Шовная сварка может осуществляться по схеме "на протяг", когда пленка протягивается между неподвижной опорой и колеблющимся торцом волновода (см. рис. 5.15,а) или между двумя загнутыми волноводами (см. рис. 5.15,б). В обоих случаях для ограничения вводимой механической энергии можно применять схему "с фиксированным зазором". Сварка "на протяг" между двумя загнутыми волноводами позволяет расширить интервал толщин, при которых еще удается получить сварное соединение пленочных материалов в сторону как уменьшения, так и увеличения толщины изделий.

При протягивании материала через зазор между двумя волноводами возможность получения сварного соединения обусловлена тем, что уменьшается теплоотвод от разогретой зоны, так как вместо массивной опоры в схеме используется один из колеблющихся волноводов. В этом случае зона максимального разогрева сдвигается к границе контакта свариваемых поверхностей вследствие того, что

теплоотвод в массивную опору отсутствует. Кроме того, двусторонний подвод механической энергии позволяет значительно увеличить производительность процесса.

5.1.3.7. Резка с одновременной сваркой пластмасс

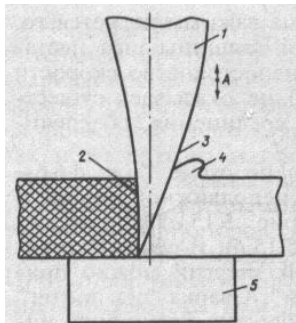


Рис.5.33 Схема ультразвуковой резки пластмасс: 1 – волновод-нож; 2 – выравнивающая грань; 3 – режущая грань; 4 – срезаемый материал; 5 – опора; А – амплитуда смещения волновода

В последнее время получают широкое применение в промышленности и медицине методы ультразвуковой резки с одновременной сваркой пластмасс и биологических тканей. В этом случае производительность возрастает в 10 раз по сравнению с механическими методами резки.

Сущность способа заключается в том, что на инструмент-волновод, геометрия которого определяется плотностью разрезаемого материала, накладываются упругие механические колебания ультразвуковой частоты. Это позволяет значительно снизить усилия резания, улучшает качество обработанной поверхности при полном отсутствии деструкции полимеров. Микросмещения режущей кромки способствуют внедрению режущего клина в обрабатываемую деталь.

Используемые инструменты-волноводы представляют собой экспоненциальные стержни с режущей частью в виде ножа со специальной заточкой. В качестве материалов для изготовления волноводов используются титановые сплавы, а также стали 45 и 30ХГСА. В процессе обработки пластмасс волноводы выполняют функцию колеблющегося с частотой 16-24 кГц ножа.

При резке пластмасс (рис. 5.33) можно перемещать либо сам волновод-нож, либо деталь. Волновод-нож 1 в процессе перерезания

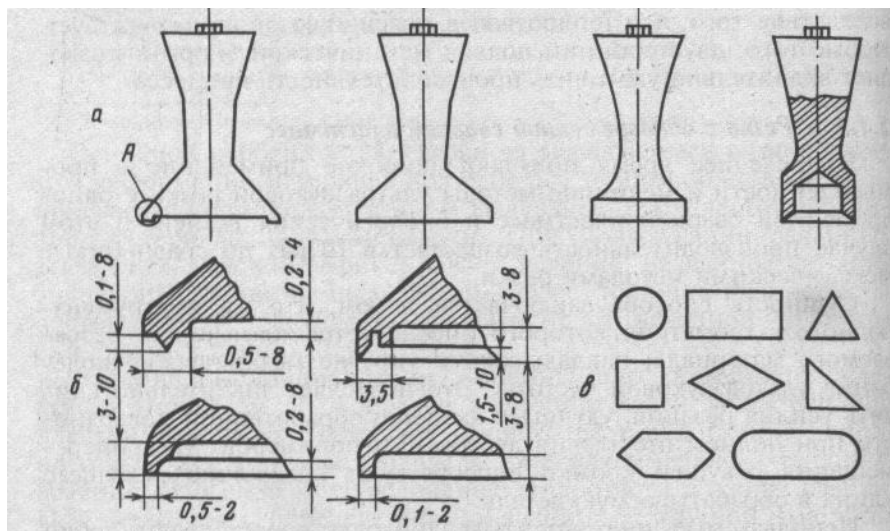


Рис. 5.34. Контурные волноводы для резки пластмасс: а - общий вид применяемых волноводов; б - размеры и форма заточки рабочего торца волновода (варианты места А), в - геометрические формы получаемых изделий

отодвигает срезаемый материал 4 вверх с помощью продольного скоса (режущей грани) 3, а другой стороной 2 производит выравнивание поверхности детали. В этом случае нет отходов в виде стружки и опилок и получается хорошее качество реза.

Режущая часть инструментов-волноводов может быть самой разнообразной геометрической формы в зависимости от требуемых геометрических параметров изделия: круглой, квадратной, прямоугольной, дисковой и др. Например, применяя контурные волноводы со специальной заточкой, можно получать методом ультразвуковой резки из

листового материала круглые, квадратные, прямоугольные, треугольные детали из полистирола, оргстекла, полипропилена, полиэтилена и др. (рис. 5.34).

Методы сварки и резки можно применять комбинированно. Это дает значительный эффект, например, если необходимо сварить по концам две детали и одновременно отделить их вдоль сварного шва друг от друга (рис. 5.35). Такой метод позволяет укупоривать продукты в полиэтиленовые тубы.

Применяя волновод, показанный на рис. 5.36,а, можно производить подготовку кромок (рис. 5.36,б),

одновременное проплавление корня шва и последующую сварку соединения. Материал, вытесняемый в процессе внедрения инструмента-волновода в деталь, идет на заполнение корня шва (рис. 5.36,в). Если затем в зону сварки подать расплав полимера, предварительно подняв волновод-инструмент над изделием, можно окончательно заварить шов другой частью этого же волновода (рис. 5.36,г).

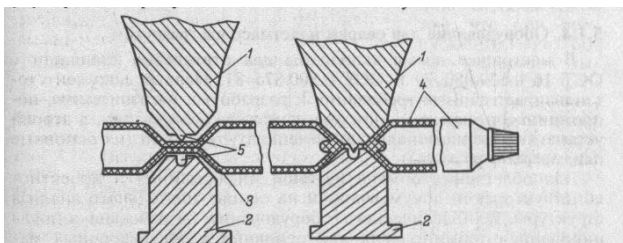


Рис. 5.35. Схема ультразвуковой сварки с одновременной резкой изделий из пластмасс: 1 - волновод-нож; 2 - опора с пазом; 3,4 - части разрезаемой детали; 5 - режущая грань ножа-волновода

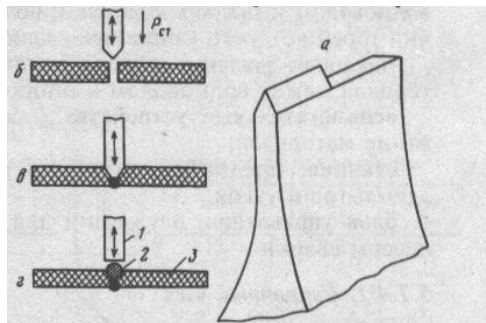


Рис. 5.36 Форма волновода (а), применяемого для V – образной разделки свариваемых кромок (б) с одновременным проплавлением корня шва (β) и последующей сваркой (з): 1 - волновод-нож; 2 – пластмассовый присадочный пруток; 3 – свариваемые детали

Применяя специальные волноводы-ножи, плоские скальпели со специальной заточкой, можно разрезать синтетические ткани и пленки в несколько слоев, одновременно прорезать и сваривать петли на одежде. К рабочему торцу волновода в этом случае предъявляют особые требования. Он должен обеспечивать резку и сварку контура петли, внешний вид которой должен отвечать эстетическим и декоративным требованиям.

К особенностям процесса ультразвуковой резки следует отнести то, что режущая кромка торца инструмента не только режет, но одновременно и оплавляе место разреза ткани, тем самым предупреждая ее осыпание. Кромки разрезанных тканей имеют красивый внешний вид.